

# 松浦研ゼミ

平成 13 年 6 月 28 日

## 今回の宿題の目的

1. 各種の書籍・文献を読み、問題を解くカギを見つけ出す力を付けること。
2. 難しい問題でも、できるところまで解こうと試みる気持ちを付けること。

解けた部分と次を解くときに分からないところをまとめて、聞きに来て下さい。  
ヒントを教えます。

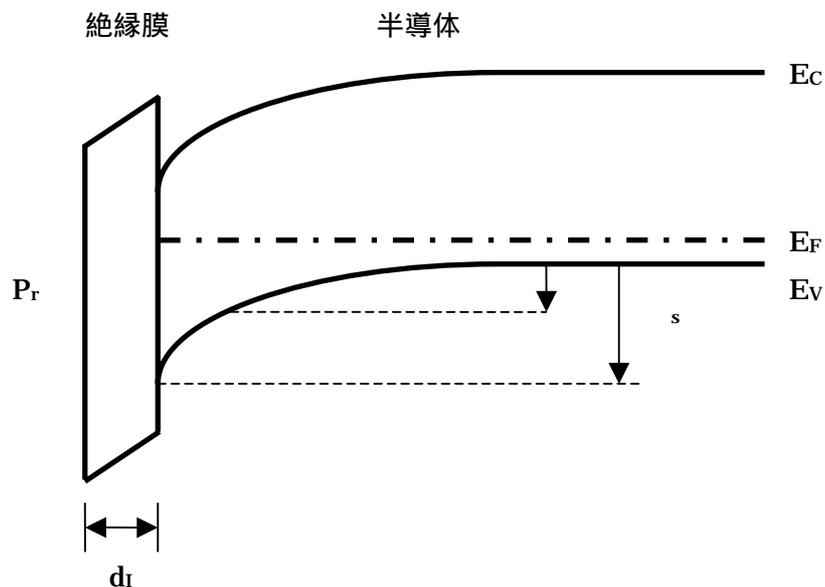
**宿題 1** p 型シリコン (アクセプタ密度  $N_A$  [ $\text{cm}^{-3}$ ]) 上に絶縁膜 (比誘電率  $\epsilon_1$ 、膜厚  $d_1$  [ $\text{nm}$ ]) を堆積し、その上に電荷密度  $P_r$  [ $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ] を一様に分布させた。C++ Builder を用いて、以下の問題の解答をグラフ化するプログラムを作成せよ。

ただし、 $P_r = 0 \mu\text{C}/\text{cm}^2$  のとき、 $\Psi_s = 0 \text{ eV}$  とする。

- 1 - 1 半導体/絶縁膜での半導体側のバンドの曲がり  $\Psi_s$  [ $\text{eV}$ ] を  $P_r$  の関数で表せ。
- 1 - 2 半導体/絶縁膜での電子密度  $n$  [ $\text{cm}^{-3}$ ] と正孔密度  $p$  [ $\text{cm}^{-3}$ ] を  $P_r$  の関数で表せ。

数値例  $N_A = 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$   
 $\epsilon_1 = 3.9$   
 $d_1 = 20 \text{ nm}$   
 $-50 \leq P_r \leq 50 \mu\text{C}/\text{cm}^2$

ヒント：1. 半導体/絶縁膜での半導体側のバンドの曲がり  $\Psi_s$  [ $\text{eV}$ ] のときの半導体側の空間電荷を求める式を解析的に求める。  
2. 半導体側の空間電荷が、 $P_r$  と同じ大きさで符号の異なる電荷になる  $\Psi_s$  をコンピュータで求める。



**宿題 2** その上に強誘電体薄膜（比誘電率  $\epsilon_F$ 、膜厚  $d_F$  [nm]、分極  $P_r$  [ $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ]）そして金属を堆積した。半導体側を基準として、金属側に  $V_G$  [V] を印加した。C++ Builder を用いて、以下の問題の解答をグラフ化するプログラムを作成せよ。

ただし、 $V_G = 0$  V および  $P_r = 0$   $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  のとき、 $\Psi_s = 0$  eV とする。

- 2 - 1 半導体/絶縁膜での半導体側のバンドの曲がり  $\Psi_s$  [eV] を  $V_G$  の関数で表せ。
- 2 - 2 半導体/絶縁膜での電子密度  $n$  [ $\text{cm}^{-3}$ ] と正孔密度  $p$  [ $\text{cm}^{-3}$ ] を  $V_G$  の関数で表せ。

数値例  $\epsilon_F = 100$   
 $d_F = 100$  nm  
 $-10 \leq V_G \leq 10$  V

